

## 制造执行系统的构建及其在首钢公司的应用

刘 兵, 黄小原, 晏妮娜

(东北大学工商管理学院, 辽宁 沈阳 110004)

**摘 要:** 制造执行系统是钢铁企业信息化建设的推动力, 是生产自动化与管理信息化之间的重要桥梁。介绍了钢铁企业制造执行系统的功能, 包括制造标准的管理、作业计划编制、生产指令生成及下达、生产实绩收集、物料跟踪管理、质量设计判定、工序成本的实时监视和生产设备运行状况监视。结合首钢信息化建设与 ERP 实施现状, 探讨了首钢制造执行系统的构建目标与内容。

**关键词:** 制造执行系统; 企业资源计划; 信息化; 构建

**中图分类号:** F416 **文献标识码:** A **文章编号:** 0449-749X(2006)12-0079-04

## Construction of Manufacturing Execution System and Its Application at Shougang

LIU Bing, HUANG Xiao-yuan, YAN Ni-na

(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110004, Liaoning, China)

**Abstract:** Manufacturing execution system(MES) is a driving power of informationalization for steel companies and an important bridge between production automatization and management information. The functions of MES at steel companies are introduced, including management of manufacturing standard, scheduling production plan, creation and delivery of production instruction, record of production performance, management of material tracking, judgement of quality design, monitoring of working procedures and equipment operations. Combining with the current status of informationalization and ERP at Shougang, the objectives and contents of MES construction at Shougang are discussed.

**Key words:** manufacturing execution system; enterprise resources planning; informationalization; construction

随着信息技术的迅速发展, 冶金企业的市场环境发生了根本性的变化。企业资源计划(ERP)和制造执行系统(MES)从理念发展到软件平台, 逐步形成完整的系统, 开始了较为广泛的应用, 并显示出强大的生命力, 引导着企业保持长期的经济利润和价值<sup>[1]</sup>。面对市场竞争, 冶金企业迫切需要在产品质量和生产效率方面提高竞争力, 这对企业信息化系统和应用提出了新的要求。从接收用户订单开始, 经过合同处理、计划编制、生产指令下达、生产实绩收集、质量控制、发货管理等环节, 直至合同结算完成, 构成了企业销售、生产、供货等企业活动的全过程管理流程的自动化闭环管理, 从而对企业的生产单元可以实现实时跟踪, 缩短生产周期和成品出厂周期, 加快销售货款回收, 强化产品质量管理, 这是企业在竞争中生存的必然选择<sup>[2]</sup>。

制造执行系统(MES)主要完成在线作业计划和生产调度管理、质量跟踪控制等许多功能。这一级系统在企业信息化中的位置和重要作用是不可或

缺的。MES 的有效实施, 可以使控制系统和管理信息系统实现无缝对接, 生产实际数据和生产指令才能顺畅地上传和下达, 实现信息实时传输<sup>[3]</sup>。MES 在企业信息化中的关键作用, 已经逐步被冶金企业所认识和接受, 并在一些新建的生产流程线和更新改造的老生产线上, 积极与国内外合作伙伴共同研发或购买软件平台, 加速信息化建设。

### 1 钢铁企业的制造执行系统的功能

根据企业生产工艺的特点, 通常将制造业分成 3 种类型: 连续制造业、离散制造业和介于两者之间的混合企业。钢铁企业的生产过程兼有连续和离散的性质, 它有别于机械行业的离散制造过程, 同时和石油、化工的连续生产过程相比也有一定的差别。由于钢铁行业的生产工艺和生产管理特点, 决定了钢铁企业的制造执行系统不能完全照搬离散制造业的 MES 理论方法<sup>[4]</sup>。

钢铁企业具有独特的制造执行特点, 其制造执

基金项目: 国家自然科学基金项目(70572088); 教育部博士点专项基金项目(20050145022); 辽宁省科学技术计划项目(2004401015)  
作者简介: 刘 兵(1973-), 男, 博士生, 高级工程师; E-mail: Liu\_bing1973@sina.com; 修订日期: 2006-04-18

行系统的功能也有所不同。钢铁企业 MES 的功能具体有以下几个方面<sup>[5,6]</sup>。

(1) 制造标准的管理。管理铁水预处理、转炉、炉外精炼到连铸以及电炉各个工序的工艺制造标准和作业标准,执行这些标准的输入和维护。对轧制计划种类、轧制规程、轧制计划衔接条件等标准进行输入和维护。

(2) 作业计划编制。根据管理信息系统 ERP 下达的日计划及当时的生产实绩,编制各机组的作业计划,包括铁水需求计划、炼钢炉次计划、连铸浇铸计划、连铸板坯清理计划、热轧轧制计划、热轧精整计划、涂镀计划等。根据实际物料的库存情况对计划进行优化,确定计划的顺序及物料的浇铸和轧制顺序。动态编制清理后的板坯送坯计划。

(3) 生产指令生成及下达。根据确定的计划及质量设计结果,自动生成指令及 PDI 数据,将生产合同要求自动转化成各个机组及设备的操作指令,进一步转化成各种基础自动化设备的控制参数,下达给相应机组的过程控制系统 PCS。

(4) 生产实绩收集。各机组根据制造指令执行生产,产品产出后将生产过程中的具体设定的参数及各种生产实绩,包括主原料、辅原料的投用、各种测量设备测试的结果,上传给 MES 系统。MES 根据生产实绩对计划和物料进行相应处理,设置计划执行状态、物料状态、分品种、分规格地对生产结果进行实时统计。

(5) 物料跟踪管理。MES 系统对存货信息与物料状态进行管理,根据生产实绩对计划、物料作相应的处理,设置计划执行状态和物料状态,并对物料生产进行生产履历跟踪。一些生产单位对单位物料设置了不同的堆场和仓库,包括板坯库、管线小方坯库、钢卷库(热轧轧后库、热轧精整库、冷轧原料库、中间库和成品库)以及废钢料场。这些库可以设置能自动定位的仓库搬运控制系统,MES 系统可以向这些系统发送吊车作业命令(包括实物的入库、出库、倒垛、上料等命令),同时接收来自各个仓库管理系统上传的物料搬运实绩,对物料进行库区和库位的管理,为计划编制优化提供条件。

(6) 质量设计判定跟踪。MES 系统为各种产品的生产质量控制建立设计基准,包括产品极限规格、尺寸公差、各工序工艺控制参数、在线取样要求、成品放行标准等。MES 接收到 ERP 下达的生产合同后,选择最佳的生产路径,并根据选择好的工艺路径自动进行质量设计,形成各个机组及设备的操作

指令和控制参数。同时下达各种物料的质量判定材料,MES 可以根据生产实绩中包含的质量实绩数据,例如规格尺寸、温度、板形及各种测量值,把它们与总协定标准自动进行对比,对不合格的产品设置状态标志,并进行在线封锁。MES 系统可以作合同转接等柔性处理。

(7) 工序成本的实时监控。MES 系统可以按设定的成本控制点收集各工序的成本数据,同时收集生产过程中的能源消耗数据,向相关系统(如统计、财务等系统)进行实时抛帐,完成对生产成本的动态核算。成本控制点,围绕工序设置。成本分为生产成本和辅助成本,以标准成本值作为依据。在物料的产出与管理过程中,伴随物料的每次异动情况,MES 系统会向 ERP 的财务系统提供一批数据,包括实际产出量、对应的主、副原料投入量,以及与该物料相关的履历数据等。系统根据规定的逻辑,对每种物料的成本帐进行实时计算处理,并可以根据需求随时输出结果,分析产生成本差异的原因。

(8) 生产设备运行状况监视。系统提供铁水包、钢水包、吊车等设备的管理功能,为生产计划的动态编制提供实时依据,同时在线跟踪炼钢、精炼、连铸等设备运转状况和生产进程,确保作业计划得以进行实时动态调整。

以上是对钢铁企业 MES 系统功能的总体描述。MES 系统处于管理和制造的结合部。这个结合部究竟是大一点还是小一点,深入管理多一点还是深入制造多一点,有一定的灵活性。各个企业的背景不同、基础不同、条件不同,结果也会有所不同。

## 2 首钢制造执行系统的构建

加入 WTO 后,首钢公司面对竞争日益加剧的市场环境。为了从竞争中脱颖而出,首钢需要通过使用高端的信息技术来改造和提高企业的销售管理、生产管理、质量管理、财务管理、设备管理和人力资源管理等等系统,以适应钢铁行业市场严重的供大于求状况,并提高企业的竞争力。

因而,首钢从 2002 年起,分阶段按计划进行着信息化的建设,目标是打造一个坚实和强大的信息平台。通过实施信息化的项目,首钢可以借鉴先进经验和管理手段,提高信息集成度,满足企业规模不断扩张和钢铁市场需要不断变化和提升的需求。首钢管理信息化总体发展目标是尽快地引进一套先进的信息管理平台,其中与 MES 项目相关的是,要为首钢集团打造强大的三级生产管理和制造执行系

统。在此之上,首钢已经构建并不断完善(指范围和功能模块)它的四级 ERP 系统。因而,三级 MES 系统和四级 ERP 系统必须无缝集成,无间合作。在集成 ERP 和 MES 系统的基础上,首钢将拥有一个可以支持和优化生产管理和计划制定的信息平台,此平台将会是首钢信息化整体平台的一个组成部分,提高企业整体的管理效益。为实现管理变革,为首钢发展战略奠定未来现代化管理基础,已经开始实施管理信息化建设。历时 3 年的 ERP 一期工程建设取得了初步的成功,通过实施 SAP R/3,并自主开发配套的三级系统,实现了北京地区钢铁业物流、资金流和信息流三流合一管理,标志着首钢管理创新开始进行历史性跨越。

对于首钢来说,MES 系统是整个 IT 解决方案中非常重要的一部分;通过 MES 系统,首钢可以对所有的产线,尤其是新线,进行现代化的生产管理和控制。首钢实施三级 MES 解决方案的目标是把 MES 系统作为联系四级系统和二级系统的桥梁,建设集成的、全面的 IT 解决方案,把首钢的生产管理流程和业务管理流程紧密地结合,以公司发展战略为指导,以快速响应市场和提高客户满意度为方向,整合首钢的物流、信息流和资金流,对整个生产过程进行最优化的管理,构建先进的管理模式和运行机制,实现生产型企业的“销产一体,管控衔接,三流同步”的理想目标。

首钢在信息化建设的过程中构建制造执行系统 MES 是为了建立首钢 MES 技术架构和平台,引入先进的管理模式和运行机制,实现物流的有效控制,为首钢的 ERP 平台提供全面的数据支撑,对生产进行有效的计划,适应首钢高端钢铁产品的生产组织、控制与执行。具体有以下几个方面。

(1) 消除 ERP 与 L2 间的信息“断层”。钢铁企业的良性运转是使 ERP 的“计划”与“生产”密切配合,在最短的时间内掌握生产现场的变化,是保证计划合理和快速修正的关键。为此,企业的计划层与生产控制层之间需要“直通车”,使计划与生产现场可以实时互动。该系统将共享 ERP 系统的物料基本信息,将向 ERP 系统提供原燃料出入库单、销售合同、炼钢与轧钢成品的出入库单、生产工单、销售发运台帐等信息。

(2) 信息实时处理。ERP 可以根据订单快速有效地编排生产计划,但却不能实时地获取、分析、处理生产现场各类与产品、生产相关的信息。并且通过过程控制,实现对冶金过程的实时监视和对产

品质检的实时监督作用,提高了经营管理的决策效率。

(3) 全程质量管理目标。实现产品在供、产、销各环节中的质量信息传递时的动态追踪检查,更好地实现在冶金规范体系下的高质量保证的产品物流管理。

(4) 物料跟踪目标。原料环节建立从采购原燃料、火车到站预报、计量数据采集与处理、质量检验信息的采集与处理、原燃料出入库流程管理、原燃料库存管理、到原燃料分类结算等原燃料全过程管理;炼钢环节从炼钢开始,直至板坯到达热轧结束,建立全流程的物料跟踪。同时实现客户合同-冶金规范-客户订单-生产工单-发货台帐的关联,达到客户订单状态的全程跟踪。

(5) 库存管理目标。通过对钢坯、轧钢产品入库单与工单的关联、工单与质检单的关联、工单与订单的关联,实现入库单与生产批号、罐号、工单、订单、质检单的对应管理目标。

(6) 生产过程管理目标。“作业管理”是生产过程管理的核心,是企业生产过程中信息流与物流实现统一的关键。通过对炼铁、炼钢、轧钢作业进行管理,统计作业过程数据,实现流程跟踪,将信息流和物流有机结合。

(7) 作业计划管理目标。MES 将 ERP 下达的计划进行分解,并对炼铁、炼钢、轧钢生产过程中的计划进行编制、调整、发行等操作。炼钢和轧钢环节的计划和订单关联。

(8) 设备管理目标。实时监测设备的运行情况和负荷,并产生设备的阶段性、周期性和预防性的维护计划,并对突发故障产生响应,提供故障诊断支持,记录设备的历史档案和备品备件管理,方便对设备进行最优化管理与维护。

### 3 结语

MES 是钢铁企业信息化建设的推动力。钢铁行业面临的经营管理问题,促进了钢铁行业信息化的应用;而钢铁企业信息化过程中,MES 是生产自动化与管理信息化之间的重要桥梁。如何充分考虑钢铁企业的实际生产特点,同时又结合考虑到国内钢铁行业 and 市场的实际情况,构建 MES 技术架构和平台,如何将 MES 的构建与 ERP 的实施顺利衔接,实现物流的有效控制,为 ERP 平台提供全面的数据支撑,对生产进行有效的计划,适应首钢高端钢铁产品的生产组织、控制与执行,这些都是值得进一

步研究并亟待解决的问题,它关系到钢铁企业信息化建设的深入开展与成功推进。

参考文献:

[1] 王志新. 制造执行系统 MES 及应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006. 41.

[2] 孙彦广. 制造执行系统(MES)的定位[J]. 冶金自动化, 2003, 27(5): 14-17. (SUN Yan-guang. Positioning of MES in an Integrated System [J]. Metallurgical Industry Automation, 2003, 27(5): 14-17.)

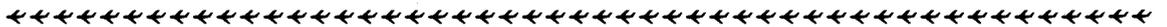
[3] 孟丽丽. 浅析 ERP 与 MES 在冶金企业管理信息化中的作用[J]. 山东冶金, 2004, 26(5): 35-37. (MENG Li-li. Function

of ERP and MES in Management Informationization for Metallurgical Enterprise[J]. Shandong Metallurgy, 2004, 26(5): 35-37.)

[4] 黄学文. 制造执行系统(MES)的研究和应用[D]. 大连: 大连理工大学. 2003.

[5] 左兵群. 钢铁企业 MES 实施方案[J]. 自动化与仪表, 2005, (7): 124-127. (ZUO Bing-qun. MES Implementation Project of Iron and Steel Enterprises[J]. Automation and Instrumentation, 2005, (7): 124-127.)

[6] 毕英杰. MES 的整体架构及在钢铁行业的应用[J]. 控制工程, 2005, 12(6): 530-532. (BI Ying-jie. Technical Framework of MES and Its Application to Iron and Steel Enterprises [J]. Control Engineering, 2005, 12(6): 530-532.)



全国能源与热工 2006 学术年会

“全国能源与热工 2006 学术年会”于 2006 年 11 月 7 日至 8 日在湖南省张家界市举行,本次会议由中国金属学会能源与热工分会主办,东北大学、中南大学承办。

会议得到了中国金属学会领导、著名院士和专家的热情关怀和大力支持。中国工程院院士殷瑞钰、张寿荣、陆钟武、中国钢铁工业协会、中国金属学会副秘书长李世俊教授等专家学者莅临大会并作了精彩的大会报告。

本次会议共收到投稿论文 327 篇,经专家评审后收入论文 223 篇,年会成立了优秀论文评审委员会,评选出优秀论文 25 篇。会议结束后将推荐部分优秀论文在《钢铁》、《中国冶金》、《冶金能源》、《工业加热》、《工业炉》、《节能》等刊物正式发表。

来自全国各地企业界、高等院校和科研机构的 202 名代表出席了会议。会议围绕“节能降耗、技术创新,建设资源节约环境友好型钢铁工业”主题,分别进行了“工业炉窑热工与装备”与“节能环保与资源综合利用”会场报告,就过程工程系统节能、工业炉窑热工、资源节约与综合利用、余热回收与利用、清洁蓄热燃烧技术与装备等专题,进行了广泛交流与深入讨论。有 23 家相关企业进行了不同形式的信息发布、产品展示和广告宣传等。

会议期间还召开了能源与热工分会新一届全体委员会会议。委员们听取了上届分会工作总结报告以及分会换届工作汇报,通过了新一届委员会组成,听取了“全国能源与热工

2006 学术年会”筹备落实工作汇报,讨论了新一届分会工作重点及计划。

会议顺利完成了年会预定的学术交流计划。大会强调:我国钢铁工业发展面临能源供应紧张、环境压力沉重、企业创新能力不足以及结构调整任务繁重等诸多挑战,如何迎接挑战、提高钢铁工业竞争力、建设资源节约环境友好型钢铁工业,是摆在广大科技工作者面前的紧迫任务。在今后工作中,广大科技工作者要以中国金属学会“八大”精神为指导,全面落实科学发展观,推进我国钢铁工业健康持续发展。

大会闭幕式上,能源与热工分会主任委员蔡九菊教授对本次会议做了全面总结,对今后的学会工作提出了具体要求并做了重要部署。

这次会议开得隆重、热烈、创新、务实,取得了圆满成功,堪称我国能源与热工领域一次空前盛会,无论是会议的规模和大会报告的层次,还是分会场交流报告与科技成果展示的水平,此次年会都是近年来少有的高水平学术会议,得到了中国金属学会领导和与会专家代表的高度评价。全体与会专家与代表对中国金属学会给予的指导和关怀,对东北大学、中南大学为大会顺利召开所做出的努力,对本次大会赞助单位给予的支持表示衷心地感谢!

中国金属学会能源与热工分会  
2006 年 11 月 8 日